

## CHROMATIC ABERRATION CORRECTING OPTICAL SYSTEM AND OPTICAL PICKUP

Patent Number: JP9318873

Publication date: 1997-12-12

Inventor(s): SHIMIZU,KAZUNAGA

Applicant(s): NITTO KOGAKU KK

Requested Patent:  JP9318873

Application Number: JP19960138044 19960531

Priority Number(s):

IPC Classification: G02B13/00; G02B13/18; G11B7/135

EC Classification:

Equivalents:

### Abstract

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a chromatic aberration correcting optical system capable of reducing chromatic aberration caused in an objective lens even though the wavelength of a laser beam is varied for reducing laser noise in an optical pickup for performing recording and reproducing by the irradiation of the laser beam on an optical recording medium such as an optical disk.

**SOLUTION:** A lens 10 for chromatic aberration correcting is constituted of two lenses of a first lens 11 which has a planar surface on a semiconductor laser 3 side and which has positive refracting power and a second lens 12 which has the planar surface on an objective lens 7 side, which is stuck to the lens 11, and which has negative refracting power. Since the lens 10 does not have power as a whole, the lens 10 has general applicability, so that the lens 10 can be applied to any kinds of the lens 7, and the optical pickup 1 which is simple, inexpensive, and has little chromatic aberration position can be obtained.

Data supplied from the **esp@cenet** database - I2

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-318873

(43)公開日 平成9年(1997)12月12日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>  
G 0 2 B 13/00  
13/18  
G 1 1 B 7/135

識別記号 庁内整理番号

F I  
G 0 2 B 13/00  
13/18  
G 1 1 B 7/135

技術表示箇所

A

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平8-138044

(22)出願日 平成8年(1996)5月31日

(71)出願人 000227364

日東光学株式会社

長野県諏訪市大字湖南4529番地

(72)発明者 清水 一長

長野県諏訪市大字湖南4529番地 日東光学  
株式会社内

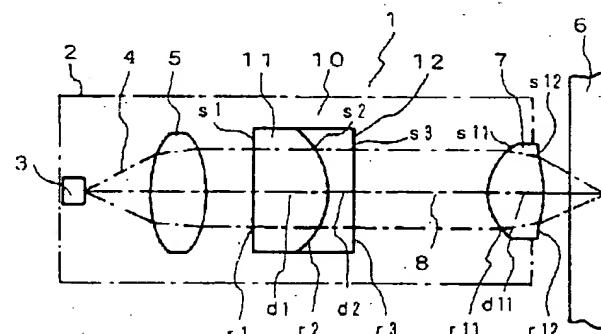
(74)代理人 弁理士 横沢 志郎 (外1名)

(54)【発明の名称】 色収差補正光学系および光ピックアップ

(57)【要約】

【課題】 光ディスクなどの光記録媒体にレーザー光を照射して記録および再生を行う光ピックアップにおいて、レーザーノイズ低減のためにレーザー光の波長が変動しても対物レンズで発生する色収差を小さくできる色収差補正光学系を提供する。

【解決手段】 半導体レーザー3の側が平面で正の屈折力の第1のレンズ11と、対物レンズ7の側が平面で第1のレンズ11に貼合わされた負の屈折力の第2のレンズ12の2枚構成で色収差補正用レンズ10を構成する。この色収差補正用レンズ10は、全体としてはパワーがないので汎用性があり、どのような対物レンズ7に對しても適用でき、簡単で安価に色収差の少ない光ピックアップ1を得ることができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 レーザー光源から出射されたレーザー光を対物レンズを用いて光記録媒体上に集光する際に前記対物レンズの前記レーザー光源側に設置可能な色収差補正光学系であって、

前記レーザー光源の側から順に、前記レーザー光源の側が平面で正の屈折力の第1のレンズと、前記対物レンズの側が平面で前記第1のレンズに貼合わされた負の屈折力の第2のレンズとを有し、

前記第1および第2のレンズをそれぞれ構成する第1および第2の光学材料の屈折率がほぼ等しく、さらに、前記第1の光学材料の分散値が前記第2の光学材料の分散値より小さいことを特徴とする色収差補正光学系。

【請求項2】 請求項1において、前記レーザー光の波長近傍における前記第1および第2の光学材料の屈折率をそれぞれ $n_1$ および $n_2$ とし、d線での前記第1および第2の光学材料のアッペ数をそれぞれ $\nu_1$ および $\nu_2$ としたときに以下の条件を満たすことを特徴とする色収差補正光学系。

$$n_1 > 1.67 \quad \dots (A)$$

$$n_2 > 1.67 \quad \dots (B)$$

$$|n_1 - n_2| < 0.001 \quad \dots (C)$$

$$\nu_1 > 46 \quad \dots (D)$$

$$\nu_2 < 32 \quad \dots (E)$$

【請求項3】 請求項1に記載の前記レーザー光源と、前記対物レンズと、前記レーザー光源および前記対物レンズとの間に設置された前記色収差補正光学系とを有することを特徴とする光ピックアップ。

【請求項4】 請求項3において、前記レーザー光源から出射された前記レーザー光を平行光束化して前記対物レンズに供給するコリメータレンズを有し、前記色収差補正光学系が前記コリメータレンズと前記対物レンズの間に設置されていることを特徴とする光ピックアップ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光ピックアップ用の色収差補正光学系および光ピックアップに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】近年、情報の記録媒体として非接触で記録密度も高い光ディスクなどの光記録媒体が多用されている。光ディスクに記録された情報はレーザー光を用いて再生され、さらに、レーザー光を用いて記録できる相変化型などの光ディスクも実用化されつつある。また、記録密度もトラックピッチ $1.6 \mu\text{m}$ 程度のコンパクトディスク(CD)からトラックピッチが $0.74 \mu\text{m}$ 程度のデジタルビデオディスク(DVD)へと大幅に向かいつつある。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】高記録密度の書き込み

可能な光ディスクに対しレーザー光を照射して情報を記録するためには、光ディスク上に精度の高い光スポット(ピット)を形成する必要がある。このため、高記録密度のDVD規格の光ディスクに対してレーザー光を照射して情報を記録・再生する光ピックアップには波長が $0.65 \mu\text{m}$ 程度とCD用( $0.78 \mu\text{m}$ )より波長の短い半導体レーザーが搭載されるようになっている。

【0004】一方、光ディスクに相変化を起こしたりあるいは他の方式で情報を記録するには高エネルギーのレーザー光が必要であり、反射されたレーザー光によるレーザーノイズを低減するために半導体レーザーの駆動電流や電圧に高周波を重ねるなどの方法により駆動パワーを変動し、レーザー光の波長を短い周期で変動するようしている。従って、コーヒーレントなレーザー光を光ディスクの照射する光ピックアップにおいても波長の変動(数nm程度)による色収差が発生する。

【0005】現状の光ピックアップでは、レーザー光を光ディスクの記録層に集光する対物レンズに安価で集光性能の高い非球面ガラスマールド1枚構成のものが採用されている。高記録密度化された光ディスクに対して情報を記録するには対物レンズにより回折限界までレーザー光を集光することが望ましく、1枚構成の対物レンズを用いた光ピックアップではレーザー光の波長の変動に起因する色収差を補正することができない。

【0006】そこで、本発明においては、高記録密度の光ディスクなどの光記録媒体の記録・再生に用いられる光ピックアップに適した小型で色収差補正の可能な色収差補正光学系を提供することを目的としている。さらに、簡易な構成で安価に提供できる色収差補正光学系を提供することも目的としている。また、このような色収差補正光学系を備えた高記録密度の記録再生に適した光ピックアップを提供することも本発明の目的の1つである。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】このため、本発明においては、正レンズと負レンズを貼合わせ、その前後の表面を平面とした全体としてパワーのない2枚構成の色収差補正光学系を実現している。本発明の色収差補正光学系は、レーザー光源から出射されたレーザー光を対物レンズを用いて光記録媒体上に集光する際に対物レンズのレーザー光源側に設置可能な色収差補正光学系であって、レーザー光源の側から順に、レーザー光源の側が平面で正の屈折力の第1のレンズと、対物レンズの側が平面で第1のレンズに貼合わされた負の屈折力の第2のレンズとを有し、第1および第2のレンズをそれぞれ構成する第1および第2の光学材料の屈折率がほぼ等しく、さらに、第1の光学材料の分散値が第2の光学材料の分散値より小さいことを特徴としている。第1および第2の光学材料の屈折率は、色収差補正に適した十分に大きな値であることが望ましい。

【0008】本発明の色収差補正光学系においては、色収差補正光学系を通ったレーザー光が対物レンズによって光記録媒体に集光される際の色収差を小さくするために、レーザー光源側に正の屈折力で分散値の小さな第1の光学材料による第1のレンズを設置し、対物レンズ側に負の屈折力で分散値の大きな第2の光学材料による第2のレンズを設置している。このような構成の光学系により、レーザー光の波長が数nm程度変動しても対物レンズの最終面での軸上光の高さおよび射出角がほぼ一致するようにレーザー光源から出射されたレーザー光を対物レンズに対し入射することができる。

【0009】また、第1および第2のレンズを屈折率がほぼ等しく色収差補正に適した十分に大きな第1および第2の光学材料によって構成することにより、貼合わせ面の曲率を加工し易い程度に設定することができる。さらに、第1のレンズのレーザー光源および第2のレンズの対物レンズの側を平面とすることにより、全体としてパワーがなく対物レンズの性能に影響を及ぼさずに色収差を補正する光学系を実現できる。さらに、本発明の色収差補正光学系はパワーがないので光ピックアップの光軸に対して傾けて設置することが可能であり、レーザー光源から出射されたレーザー光をコリメータレンズによって平行光束化する光ピックアップにおいては色収差補正光学系で反射された光がノイズとなることを未然に防止できる。

【0010】レーザー光の波長近傍（例えば、高記録密度のDVDに対応した光ピックアップ用の色収差補正光学系としては680nmの波長のレーザー光）における第1および第2の光学材料の屈折率をそれぞれ $n_1$ および $n_2$ とし、d線での第1および第2の光学材料のアッペ数をそれぞれ $r_1$ および $r_2$ としたときに以下の条件を満たす色収差補正光学系を採用できる。

【0011】 $n_1 > 1.67 \dots (A)$

$n_2 > 1.67 \dots (B)$

$|n_1 - n_2| < 0.001 \dots (C)$

$r_1 > 46 \dots (D)$

$r_2 < 32 \dots (E)$

第1および第2の光学材料の屈折率が式(A)および(B)の下限値を下回ると色収差の補正が難しくなり、第1および第2のレンズの貼合わせ面の曲率が小さく成りすぎるので加工が難しくなる。また、色収差補正光学系における色収差が対物レンズにおける色収差より大きくなる過ぎない適当な範囲に止めるには、第1および第2の光学材料の屈折率の差を式(C)に示す範囲に止めることが望ましい。さらに、第1および第2の光学材料の分散値が式(D)および式(E)のアッペ数で示した範囲から外れると色収差補正の効率が低下するので対物レンズで発生する色収差の補正が難しくなる。これらの条件を満足する第1の光学材料としてオハラ社のLAL

8などがあり、また、第2の光学材料としてオハラ社のPBH1などがある。

【0012】本発明の色収差補正光学系をレーザー光源と対物レンズの間に設置した光ピックアップは、ノイズを低減するために波長が変動するレーザー光がレーザー光源から出射される場合であっても非常に小さな色収差でレーザー光を光記録媒体上に集光できるので、対物レンズの回折限界まで小さなスポット（ピット）を光記録媒体上に形成できる。従って、高記録密度の光記録媒体に適した光ピックアップを提供できる。また、レーザー光源から出射されたレーザー光を平行光束化して対物レンズに供給するコリメータレンズを有する光ピックアップにおいては、色収差補正光学系をコリメータレンズと対物レンズの間に設置することが可能であり、上述したように色収差補正光学系を傾けて反射光によるレーザーノイズを低減することが可能である。

【0013】

【発明の実施の形態】以下に図面を参照して本発明に係る色収差補正用レンズおよび光ピックアップを説明する。

【0014】【実施の形態1】図1に示した本例の光ピックアップ1は、ハウジング2にレーザー光4を照射する半導体レーザー3と、照射されたレーザー光4を平行光束にするコリメータレンズ5と、光記録媒体である光ディスク6の記録層にレーザー光4を集光する対物レンズ7を備えており、コリメータレンズ5と対物レンズ7の間に色収差補正用レンズ10が設置されている。光ディスク6はトラックピッチが0.74μm程度と狭く基板が薄い高密度記録対応のDVD規格の光ディスクであり、本例の光ピックアップ1はこのような光ディスク6に対し情報の記録および再生するのに適したものである。このため、半導体レーザー3としては、波長が650nmから700nm程度と従来のCD規格の光ピックアップ(780nm)より短い波長のレーザー光4を照射するものが採用されており、さらに、レーザーノイズを低減するために高周波電流を駆動電流に重ねてレーザー光4の波長を変動できるようになっている。

【0015】光ディスク6の記録層に記録を行う場合は、半導体レーザー3から高エネルギーのレーザー光4が40) 出射され、コリメータレンズ5によって平行光束化される。そして、色収差補正用レンズ10を通た後、対物レンズ7によって光ディスク6の記録層に集光され、相変化などによって情報を記録したピット（スポット）が形成される。一方、記録された情報を読み取る場合は、記録するときよりも低いエネルギーのレーザー光4が光ディスク6の記録層に照射され、光ディスク6から反射されたレーザー光が光ピックアップ1内の受光系（不図示）によって検出されディスク6に記録された情報が読み取られる。

【0016】本例の光ピックアップ1は、レーザーノイ

ズを低減するために光ディスク6に照射するレーザー光4の波長を変動させている。このため、対物レンズ7の手前に色収差補正用レンズ10を設けて光ディスク6に集光する際の色収差を改善し、対物レンズ7の回折限界近くまで小さな径のピット径を作れるようにしている。本例の色収差補正用レンズ10は、レーザー光源である半導体レーザー3の側に正の屈折力を持つ第1のレンズ11を設け、この正レンズ11に対物レンズ7の側からの負の屈折力を持つ第2のレンズ12を貼合わせた2枚構成を採用している。さらに、第1のレンズ11の半導体レーザー3の側の面s<sub>1</sub>と、第2のレンズ12の対物レンズ7の側の面s<sub>3</sub>を平面として色収差補正用レンズ10全体としてパワーがなく、光軸8に対し斜めに設定しても対物レンズ7の性能を損なわないようにしている。このように、本例の色収差補正用レンズ10は、2枚構成という簡易な構成なので、小型で安価に提供することが可能である。さらに、全体としてパワーがないので、どのような性能の対物レンズと組み合わせるが可能である。また、色収差補正用レンズ10の組み立て精度によって光ピックアップ1の性能が影響を受けることもない。さらに、本例のように、コリメータレンズ5により平行になった光束が入射される場合は、光軸8に対し意図的に傾けて色収差補正用レンズ10を設定することにより、反射光によるゴーストなどのノイズを低減することができる。このように、本例の色収差補正用レンズ10は、小型で安価であり、さらに、汎用性もあるので、本例のようなコリメータレンズ5を搭載したものや、コリメータレンズを用いないものなど様々なタイプの光ピックアップに搭載して使用することができる。

【0017】本例の色収差補正用レンズ10は、レーザー光4の波長がレーザーノイズ低減のために数nm程度変動されたときでも、対物レンズ7の最終面s<sub>12</sub>から出射されるレーザー光4の軸上光の高さおよび射出角がほぼ一致するよう対物レンズ7の入射面s<sub>11</sub>に対するレーザー光4の軸上光の高さを制御している。このため、半導体レーザー3の側に正の屈折力で分散値の小さな第1の光学材料による第1のレンズ11を設置し、対物レンズ7の側に負の屈折力で分散値の大きな第2の光学材料による第2のレンズ12を設置している。さらに、第1および第2のレンズ11および12の光学材料として色収差補正に適した十分に大きな値でほぼ等しい屈折率のものを採用し、色収差補正用レンズ10の貼合わせ面s<sub>2</sub>の曲率を加工し易い程度（本例では3R程度）に設\*

$$\begin{array}{ll} r_1 = \infty & d_1 = 2.7 \\ \underline{r_2 = -3.0} & d_2 = 0.9 \\ r_3 = \infty \end{array}$$

このような条件の第1のレンズ11および第2のレンズ12を実現可能な光学材料としては、例えば、第1のレンズ11にはオハラ社のLAL8あるいはHOYA社のLAC8などが挙げられ、また、第2のレンズ12には※50

\*定できるようにしている。

【0018】このような2枚構成の色収差補正用レンズ10においては、レーザー光の波長近傍における第1および第2の光学材料の屈折率をそれぞれn<sub>1</sub>およびn<sub>2</sub>とし、d線での第1および第2の光学材料のアッペ数をそれぞれr<sub>1</sub>およびr<sub>2</sub>としたときに以下の条件を満たすことにより良好な色収差補正性能を得ることができる。

【0019】

$$\begin{array}{ll} 10 \quad n_1 > 1.67 & \dots (1) \\ n_2 > 1.67 & \dots (2) \\ |n_1 - n_2| < 0.001 & \dots (3) \\ r_1 > 4.6 & \dots (4) \\ r_2 < 3.2 & \dots (5) \end{array}$$

式(1)および(2)は、第1および第2のレンズ11および12のそれぞれの光学材料の屈折率を規定するものであり、下限値を下回ると色収差を補正し難くなり、補正のために貼合わせ面s<sub>2</sub>の曲率半径が小さく成りすぎ好ましくない。また、式(3)は、第1および第2のレンズ11および12のそれぞれの光学材料の屈折率差を規定するものであり、この範囲から外れると第1および第2のレンズの屈折力の差が大きくなるので色収差補正用レンズ10により発生する色収差の方が対物レンズで発生する色収差より大きくなり好ましくない。さらに、式(4)および(5)はアッペ数により第1および第2のレンズそれぞれの光学材料の分散値を規定するものであり、それぞれのレンズ11および12の光学材料の分散値がこの範囲からはずれると色収差補正の効率が悪化する。

【0020】本例の光ピックアップ1は、DVD用の光ピックアップであり半導体レーザー3から680nmを中心とした波長のレーザー光が射出されるようになっている。このため、本例の色収差補正用レンズ10を構成する各々のレンズ11および12のデータは以下のように設定されている。以下において、r<sub>1</sub>～r<sub>3</sub>は半導体レーザー3の側から順番に並んだ各レンズ面s<sub>1</sub>～s<sub>3</sub>の曲率半径、d<sub>1</sub>～d<sub>3</sub>は各レンズ面s<sub>1</sub>～s<sub>3</sub>の間の距離、n<sub>1</sub>およびn<sub>2</sub>は第1のレンズ11および第2のレンズ12の波長680nmでの屈折率、r<sub>1</sub>およびr<sub>2</sub>は第1のレンズ11および第2のレンズ12のアッペ数(d線)を示す。

【0021】

$$\begin{array}{ll} n_1 = 1.70784 & r_1 = 53.8 \\ n_2 = 1.70839 & r_2 = 29.5 \end{array}$$

※オハラ社のPBH1あるいはHOYA社のFD1などが挙げられる。

【0022】また、本例の対物レンズ7の各面のデータs<sub>11</sub>およびs<sub>12</sub>は、半導体レーザー3の側から次のよう

に設定されている。

$$r_{11} = 1.949 \quad d_{11} = 2.0 \\ r_{12} = -4.827$$

対物レンズ7の各面 $s_{11}$ および $s_{12}$ は非球面形状であり、光軸8からの高さをY、光軸方向をX、円錐係数をK、さらに非球面係数をA～Dとした場合に以下のよう

$$X = (Y^2 / r) / [1 + \{1 - (1 + K) (Y^2 / r^2)\}^{1/2}] \\ + A \cdot Y^4 + B \cdot Y^6 + C \cdot Y^8 + D \cdot Y^{10} \quad \dots (6)$$

ただし、面 $s_1$ については、 $K = -0.36242$ 、 $A = -0.34890 \times 10^{-2}$ 、 $B = -0.56028 \times 10^{-3}$ 、 $C = -0.63138 \times 10^{-4}$ 、 $D = -0.11510 \times 10^{-3}$ であり、面 $s_2$ については、 $K = -0.15328 \times 10^2$ 、 $A = 0.50414 \times 10^{-2}$ 、 $B = 0.29734 \times 10^{-3}$ 、 $C = -0.34531 \times 10^{-2}$ 、 $D = 0.10755 \times 10^{-2}$ である。

【0025】図2に、本例の光ピックアップ1の球面収差、非点収差および歪曲収差をそれぞれ示してある。また、図3に、色収差補正用レンズ10を設けていない光ピックアップの球面収差、非点収差および歪曲収差をそれぞれ示してある。図2および図3から判るように、1枚構成の対物レンズでは、非球面のガラスモールドレンズを用いても $\pm 20 \text{ nm}$ の波長の変動に対し $1.4 \mu\text{m} / \text{nm}$ 程度の色収差が発生する。これに対し、本例の色収差補正用レンズ10を設けた光ピックアップの色収差は、 $\pm 20 \text{ nm}$ の波長の変動に対し $0.04 \mu\text{m} / \text{nm}$ 程度に収まる。一般に、光ピックアップのような光学系においては、色収差を $0.05 \mu\text{m} / \text{nm}$ 以下にすることが要求され、本例の光ピックアップ1においては2枚構成の色収差補正用レンズ10を設けることによって十分な性能を得ることができる。

【0026】従来の光ピックアップにおいては、1枚構成の対物レンズで色収差を $0.05 \mu\text{m} / \text{nm}$ 以下にすることは不可能であり、3枚あるいはそれ以上の構成の対物レンズが必要である。従って、対物レンズの設計に時間が必要でありコストアップの原因となる。さらに、部品点数が増加するので製造および組み立てコストも大きくなる。これに対し、本例の光ピックアップ1においては2枚構成の色収差補正用レンズ10を採用しており、対物レンズ7と合わせると結果として3枚構成にはなるが、全体としてパワーがない汎用的な色収差補正レンズであるので対物レンズの性能には影響がなく、ガラ★40

$$r_1 = \infty \quad d_1 = 2.7 \\ r_2 = -3.0 \quad d_2 = 0.9 \\ r_3 = \infty$$

このような条件の第1のレンズ11および第2のレンズ12を実現可能な光学材料としては、例えば、第1のレンズ11にはオハラ社のLAM54あるいはHOYA社のNbF2などが挙げられ、また、第2のレンズ12にはオハラ社のTH14あるいはHOYA社のFD14★☆

$$r_{11} = 1.94907 \quad d_{11} = 2.0 \\ r_{12} = -4.82725$$

## \* \* 【0023】

$$n_{11} = 1.51439 \quad \nu_{11} = 63.5$$

※に表される。

## 【0024】

★スモールドに限らずプラスチックレンズなどのどのような対物レンズに対しても対応することができる。さらに、色収差補正レンズを光ピックアップ内に組み込む精度は対物レンズの性能に影響を及ぼさないので光ピックアップの組み立ても容易である。このように、本例の色収差補正用レンズ10は、それ自体が簡易な2枚構成なので小型で安価に提供できる。それと共に、本例の色収差補正用レンズ10は、汎用性があるため光ピックアップの設計を大幅に簡略化でき、さらに、対物レンズで発生する色収差を非常に小さくすることができる。従って、本例の色収差補正用レンズ10を用いることにより、高記録密度の光ディスクに対応した小径の光スポットを形成可能な光ピックアップを安価に提供することが可能になる。そして、色収差を良好に補正できるので、今後の光ディスクの主流となる書き込み可能な光ディスクに対応するレーザーパワーの大きさ、すなわち、レーザーパワーを変動してレーザーノイズを低減する手段を備えた光ピックアップに本発明の色収差補正用レンズを採用することにより、高記録密度の再生および記録性能の優れた光ピックアップを提供することが可能になる。

【0027】【実施の形態2】図4に、本発明に係る異なる色収差補正用レンズを用いた光ピックアップの球面収差、非点収差および歪曲収差をそれぞれ示してある。なお、光ピックアップ1の構成および色収差補正用レンズ10の主な構成は、図1に示したものと同様につき以下では説明を省略し、また、共通する部分については同じ符号を付して説明を省略する。本例の光ピックアップ1も、DVD用の光ピックアップであり、色収差補正用レンズ10を構成する各々のレンズ11および12の各面 $s_1 \sim s_3$ のデータは以下の通りである。

## 【0028】

$$n_1 = 1.75090 \quad \nu_1 = 47.8 \\ n_2 = 1.75132 \quad \nu_2 = 26.5$$

☆0などが挙げられる。

【0029】また、対物レンズ7の各面 $s_{11}$ および $s_{12}$ のデータは以下の通りであり、上記と同様の式で規定される非球面が採用されている。

## 【0030】

$$n_{11} = 1.51439 \quad \nu_{11} = 63.50$$

ただし、面  $s_1$  については、 $K = -0.36242$ 、 $A = -0.34890 \times 10^{-2}$ 、 $B = -0.56028 \times 10^{-3}$ 、 $C = -0.63138 \times 10^{-4}$ 、 $D = -0.11510 \times 10^{-5}$  であり、面  $s_2$  については、 $K = -1.5.32795$ 、 $A = 0.50414 \times 10^{-2}$ 、 $B = 0.29734 \times 10^{-3}$ 、 $C = -0.34531 \times 10^{-2}$ 、 $D = 0.10755 \times 10^{-2}$  である。

【0031】図4から判るように、本例の光ピックアップ1の色収差は、 $+/-20\text{nm}$ の波長の変動に対し  $0.024\mu\text{m}/\text{nm}$ 程度の範囲に収まっており、本例の色収差補正用レンズ10によって色収差がさらに良好に補正されていることが判る。このように本例においても色収差が  $0.05\mu\text{m}/\text{nm}$ 以下の良好な値を示す光ピックアップを得ることができ、上記と同様に高記録密度の光記録媒体に好適な光ピックアップを提供することができる。

【0032】なお、上記ではコリメータレンズを用いた光ピックアップを用いて本発明を説明しているが、本発明の色収差補正用レンズは全体としてパワーがないためコリメータレンズを有しない光ピックアップに対しても汎用的に適用できることはもちろんである。また、上記では、ハウジング内に對物レンズおよび半導体レーザーなどが一体に収納された光ピックアップを用いて説明しているが、フォーカシングサーボやトラッキングサーボのために對物レンズが独立して操作される光ピックアップであってももちろん良い。さらに、本発明の色収差補正用レンズはパワーがないので對物レンズとの距離を一定に保つ必要がなく、サーボ制御される對物レンズに対し色収差補正用レンズを固定しておくことができる。このため、サーボ機構の負荷を増やさずに色収差を補正できるというメリットもある。さらに、上記においては、1枚構成の對物レンズを用いた例を説明しているが、對物レンズは2枚あるいはそれ以上の構成であっても良いことはもちろんであり、本例の色収差補正用レンズは、對物レンズの性能に影響を与えずに色収差を補正することができる。

### 【0033】

【発明の効果】以上に説明したように、本発明の色収差補正光学系は、正の屈折力の第1のレンズと、負の屈折力の第2のレンズを貼合せた2枚構成であり、レーザー光源と對物レンズの間に設置することにより色収差の少ない光ピックアップを構成することができる。従つ

て、本発明の色収差補正光学系を採用することにより、今後、記録密度がさらに増大する光ディスクなどの光記録媒体の記録・再生に適した光ピックアップを実現することができる。さらに、本発明の色収差補正光学系は、簡易な構成で小型であると共に全体としてパワーがないように構成されているので、汎用性があり、どのような対物レンズに対しても適用することができる。従つて、色収差が少なく回折限界まで小さなスポットを形成可能な光ピックアップを短時間で設計でき、安価に供給することが可能になる。

### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の光ピックアップの構成例を示す図である。

【図2】図1に示す光ピックアップの収差図であり、図2(a)は  $680\text{nm} (+/-20\text{nm})$  の波長に対する球面収差を示し、図2(b)はタンジェンシャル(T)およびサジタル(S)光線の非点収差を示し、また、図2(c)は歪曲収差を示してある。

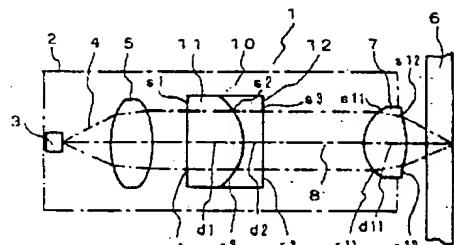
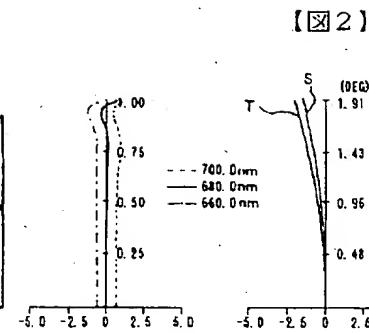
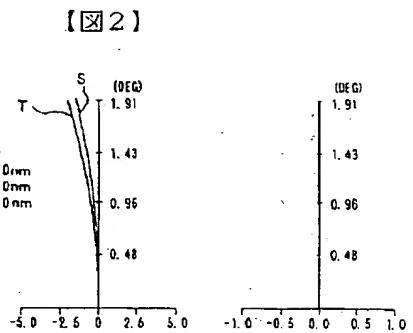
【図3】色収差補正レンズを設けなかった場合の収差図であり、図3(a)は  $680\text{nm} (+/-20\text{nm})$  の波長に対する球面収差を示し、図3(b)はタンジェンシャル(T)およびサジタル(S)光線の非点収差を示し、また、図3(c)は歪曲収差を示してある。

【図4】本発明に係る異なる光ピックアップの収差図であり、図4(a)は  $680\text{nm} (+/-20\text{nm})$  の波長に対する球面収差を示し、図4(b)はタンジェンシャル(T)およびサジタル(S)光線の非点収差を示し、また、図4(c)は歪曲収差を示してある。

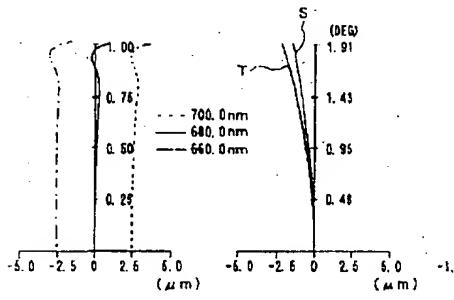
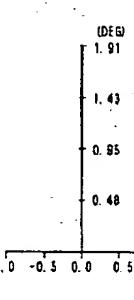
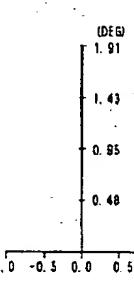
### 【符号の説明】

- 1 … 光ピックアップ
- 2 … ハウジング
- 3 … 半導体レーザー
- 4 … レーザー光
- 5 … コリメータレンズ
- 6 … 光ディスク
- 7 … 対物レンズ
- 8 … 光軸
- 10 … 色収差補正用レンズ
- 11 … 第1のレンズ(正レンズ)
- 12 … 第2のレンズ(負レンズ)

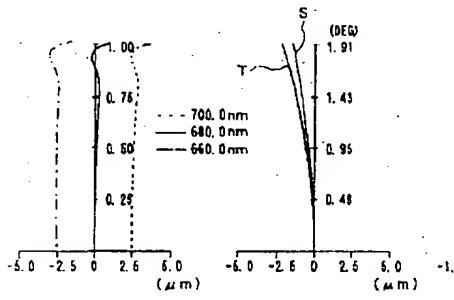
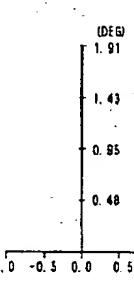
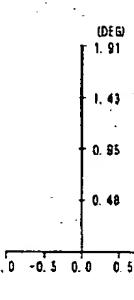
【図1】

球面収差  
(a)非点収差  
(b)歪曲収差  
(c)

【図3】

球面収差  
(a)球面収差  
(a)非点収差  
(b)歪曲収差  
(c)

【図4】

球面収差  
(a)非点収差  
(b)歪曲収差  
(c)